

# 横浜市内のマイクロプラスチック調査（第5報）

## —市内河川のマイクロプラスチック調査—

松島由佳、小倉智代、蝦名紗衣（横浜市環境科学研究所）

Microplastics survey in Yokohama City (Part5)  
-Microplastics survey in the rivers-

Yuka Matsushima, Tomoyo Ogura, Sae Ebina (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：マイクロプラスチック、河川、海洋環境

### 要 旨

横浜市環境科学研究所では、2017年からマイクロプラスチックの実態調査を行っており、市内沿岸ではマイクロプラスチックが漂着していることが確認された。マイクロプラスチックが河川経由で海域へ流入しているのかを調査するため、市内4水系8地点の河川中マイクロプラスチック調査を行った。この結果、調査したいずれの地点においてもマイクロプラスチックが確認され、個数密度は0.61~11個/m<sup>3</sup>であり、材質は主にポリエチレン及びポリプロピレンであった。なお、マイクロプラスチック抽出のためには、河川水中に多く含まれる藻や落葉などの有機物の夾雑物を除去する必要がある、これにはフェントン処理が有効であることが確認された。

### 1. はじめに

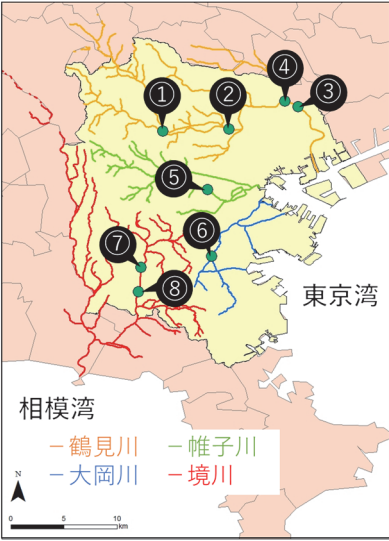
近年、プラスチックごみ及びマイクロプラスチック（一般に5mm以下の微細なプラスチック、以下MPと略す）の海洋への流出による海洋汚染が国際的な問題となっている<sup>1)</sup>。2019年6月のG20大阪サミットでは、2050年までに海洋プラスチックごみの追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルーオーシャンビジョン」が共有され、海洋プラスチックごみに関する国際的な取り組みが進められている<sup>2)</sup>。

横浜市環境科学研究所では、横浜市内の環境中に存在

するMPの実態を把握するため、2017年から市内におけるMP調査を開始し、これまで沿岸を中心に調査を行ってきた<sup>3), 4)</sup>。この結果、調査した市内6地点の沿岸にはいずれもMPが漂着していることが確認された。

海域へのMPの流出経路の一つとして、陸域で発生したプラスチックごみやMPが河川を経由していると考えられることから、横浜市内の河川中のMP調査を行うこととした。本報では、横浜市内の水系の異なる4つの河川8地点で行った2019年7~9月及び2020年1月のMP調査結果を報告する。

表1 調査地点詳細



地点番号	地点名	河川名	ネット設置方法	調査日	採水量 (m <sup>3</sup> )
①	落合橋	鶴見川	橋上から垂下	2019/ 7/11	9.1
				2020/ 1/20	15
②	亀甲橋		水中に手で固定	2019/ 7/11	12
				2020/ 1/20	12
③	末吉橋	帷子川	橋上から垂下	2019/ 8/ 5	4.4
④	鷹野人道橋		橋上から垂下	2020/ 1/20	18
⑤	横浜新道下	帷子川	水中に手で固定	2019/ 8/ 8	11
				2020/ 1/16	16
⑥	青木橋	大岡川	水中に手で固定	2019/ 7/19	10
				2020/ 1/16	12
⑦	桜橋上流	境川水系 柏尾川	水中に手で固定	2019/ 9/ 3	12
				2019/ 9/13	11
				2020/ 1/27	15
⑧	久保橋	境川水系 柏尾川	橋上から垂下	2019/ 9/ 3	12
				2019/ 9/13	11
				2020/ 1/27	13

図1 調査地点

## 2. 調査方法

### 2-1 サンプリング

#### 2-1-1 サンプリング地点と採取日

サンプリングは、水系の異なる4つの河川（鶴見川、帷子川、大岡川、境川水系柏尾川）の合計8地点で行った（表1、図1～2）。鶴見川、帷子川、大岡川は東京湾に、境川水系柏尾川は相模湾に流入している。

調査は2019年7～9月及び2020年1月に行った。また、同じ季節でのサンプリング日によるMPの違いをみるため、柏尾川桜橋上流及び久保橋について、2019年9月3日と13日にサンプリングを行った。なお、2020年1月の鶴見川末吉橋については、橋の工事によりサンプリングが行えなかったため、近隣の鶴見川鷹野人道橋においてサンプリングを行った。

#### 2-1-2 サンプリング方法

サンプリングは、既往の研究<sup>5)</sup>を参考に、口径30cm、側長100cmのプランクトンネットを用いて行った。なお、プランクトンネットの目開きはMP調査で使用されている主流サイズであること、また、採取したMPが目視で確認できるサイズであることを考慮して300 $\mu$ mとした<sup>6)</sup>。また、プランクトンネット内部には濾水計（GENERAL OCEANIC社製、G0-2030R 低速用ローター付）をセットし、プランクトンネットの内部を通過した水量を算出した（図3）。

河川へ入ることが可能な地点では、プランクトンネット開口部の最上端が水面際になるように川底に固定した。川幅が大きく水深が深いなど、河川に立ち入ることが困難な地点については、橋上からプランクトンネットを垂らし、プランクトンネット開口部が水面際となるように手動で調整した。

### 2-2 分析

#### 2-2-1 人工物の分離

サンプリングした試料の分析フローを図4に示す。

サンプリングネットの捕集物はふるいに出し、40℃で乾燥させた。ふるい上の捕集物から目視で5mm以下の人工物をピックアップし（図5）、これを分析対象とした（フェントン処理前回収分）。

#### 2-2-2 フェントン処理

サンプリングネットで捕集した物には、藻や落葉などの有機物が多数混在しており、乾燥後の目視によるピックアップでは、有機物の夾雑によるMPの見落としが懸念された。このため、ピックアップした後の残渣物について、有機物を除去する手法であるフェントン処理<sup>7)</sup>を行った（図6）。フェントン処理は、残渣物をビーカーへ回収し、水130mLに対して30%過酸化水素20mLと硫酸鉄0.07gを添加し、5日以上静置して行った。処理後の試料は2-2-1と同様に乾燥後、人工物をピックアップし、分析対象とした（残渣フェントン処理後回収分）。

#### 2-2-3 MPの同定

フェントン処理前回収分及び残渣フェントン処理後回収分について、実体顕微鏡（オリンパス社製SZH10、ArTec）で大きさを計測後、FT-IR（Thermo Fisher Scientific社製 Nicolet iS5、日本分光社製 FT/IR-6600）を用いて材

質を分類した。なお、FT-IRはATR法（プリズムに試料を密着させ、試料表面から数 $\mu$ mもぐり込んで反射する全反射光を測定する方法）を用いた。



① 鶴見川落合橋



⑤ 帷子川横浜新道



② 鶴見川亀甲橋



⑥ 大岡川青木橋



③ 鶴見川末吉橋



⑦ 柏尾川桜橋上流



④ 鶴見川鷹野人道



⑧ 柏尾川久保橋

図2 調査地点遠景

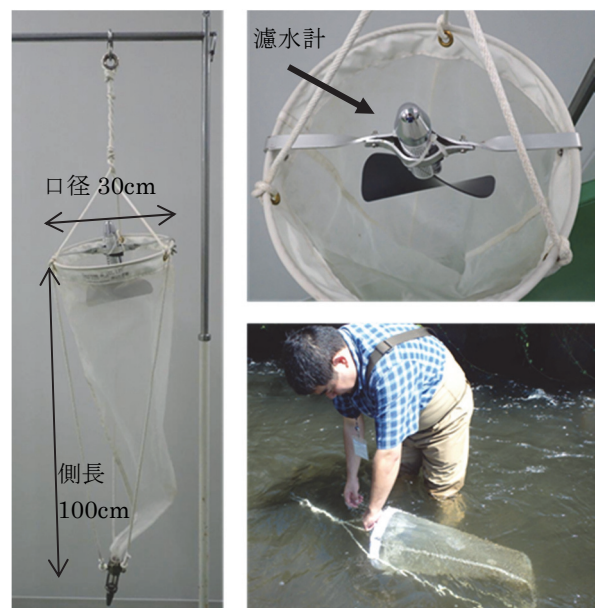


図3 プランクトンネット

### サンプリング

目開き300 $\mu$ mのプランクトン  
ネットを用いて通水

### 人工物の分離

ネットの捕集物を  
ふるいに回収

40 $^{\circ}$ Cで乾燥

目視で人工物をピックアップ

### MPの同定

実体顕微鏡で大きさを計測

FT-IRで材質を分類

フェントン処理前  
回収分

### フェントン処理

残渣をビーカーへ回収し  
フェントン処理5日以上

### 人工物の分離

ふるいにあけ40 $^{\circ}$ Cで乾燥

目視で人工物をピックアップ

### MPの同定

実体顕微鏡で大きさを計測

FT-IRで材質を分類

残渣フェントン  
処理後回収分

図4 分析フロー



目視でピックアップ

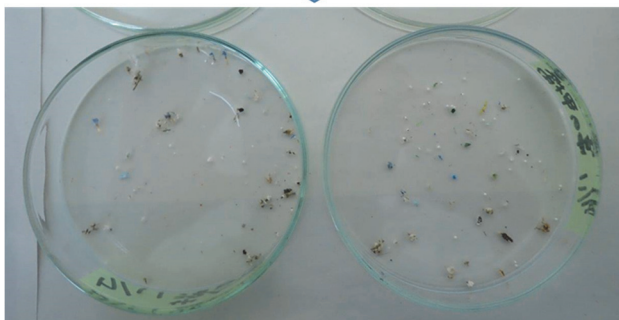


図5 人工物のピックアップ



目視で  
ピックアップ

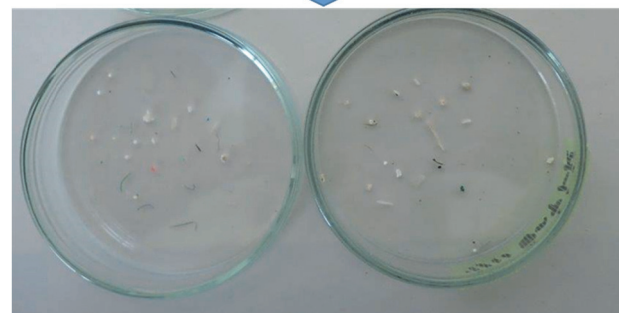


図6 フェントン処理

### 3. 結果と考察

#### 3-1 フェントン処理によるMP 個数の変化

フェントン処理前後のMP 個数密度の変化について図7に示す。この結果、いずれの河川、いずれの調査日においても残渣フェントン処理後に回収した中にMPが含まれていた。また、その割合はフェントン処理前を上回るものもあり、フェントン処理を行わないと実際に存在するMPの半分以上の個数を見落としてしまう場合もあることがわかった。市内河川では、プランクトンネットで捕集した中に藻や落葉などが多数混在していたことから、フェントン処理は夾雑物の除去に大変有効であり、MPの見落としを防ぐために必須の工程であることが確認された。

なお、以降の解析には、フェントン処理前回収分と残渣フェントン処理後回収分の和を本調査での回収MPとした。

#### 3-2 MP 個数密度

各地点でのMP 個数密度を図8に示す。この結果、いずれの河川においても調査時期に関わらずMPが確認され、その個数密度は、7~9月は0.70~11 個/m<sup>3</sup>、1月は0.61~3.7 個/m<sup>3</sup>であった。7~9月は鶴見川全域及び柏尾川久保橋で他の地点に比べて比較的多く検出された。また、7~9月と1月を比較すると、大岡川青木橋を除いて、全体的に1月のMP 個数密度は少なく、特に鶴見川下流（鶴見川亀甲橋、末吉橋、鷹野人道橋）及び柏尾川久保橋でその傾向が顕著であった。河川中のMPの流入は陸域からの降水の影響が大きいと考えられる<sup>8)</sup>ことから、2019年度の横浜地方気象台の降水量変化<sup>9)</sup>を図9に示した。7~9月と1月の降水量を比較すると、1月の降水量の方が全体的に少なかったことから、7~9月よりも1月の方が陸域からのMP 流入量が少なかった可能性が示唆される。これについては、今後n数を増やした調査による検証が必要である。

なお、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2と柏尾川久保橋-1及び2とをそれぞれ

比較すると、柏尾川桜橋上流では個数密度が2.8 個/m<sup>3</sup>と3.5 個/m<sup>3</sup>、柏尾川久保橋では9.0 個/m<sup>3</sup>と5.2 個/m<sup>3</sup>となっており、柏尾川久保橋では倍近く異なっていた。これより、サンプリングした日によって、MP 個数密度に違いが生じる場合があることがわかった。

#### 3-3 MPの大きさ

各地点でサンプリングしたMPの長軸の長さを表2(a)及び表2(b)に示す。この結果、長軸の平均値は7~9月では1.2~1.8 mm、1月では1.3~2.3 mmであった。また、長軸の最大値は7~9月では3.0~5.0 mm、1月では3.0~5.0 mmであり、最小値は7~9月は0.1~1.0 mm、1月では0.2~0.5 mmであった。

また、長軸の長さの度数分布を図10に示す。この結果、鶴見川について上流（鶴見川落合橋）と下流（鶴見川亀甲橋、末吉橋、鷹野人道橋）を比較すると、7~9月と1月ともに上流の方が下流よりも2 mm以上のMPが多く、下流ほど2 mm未満のMPが増加している傾向が見られた。一方、柏尾川において、上流（柏尾川桜橋上流）と下流（柏尾川久保橋）とを比較すると、7~9月と1月ともに上流の方が下流よりも2 mm未満のMPが多くなっており、鶴見川と逆転していた。これより、河川中のMPの大きさは一概に下流ほど小さいものが多いというわけではなく、河川の環境因子等により違いが生じている可能性が示唆される。

また、柏尾川の9月3日と9月13日にサンプリングした結果を比較すると、柏尾川桜橋上流と久保橋ともに2 mm未満のMPが比較的多い傾向は変わらなかったが、柏尾川桜橋上流ではサンプリングした日によって2 mm未満の分布に違いがみられた。

以上から、いずれの地点においても2 mm未満のMPが多いことがわかった。これより、本調査よりも更に上流の調査が必要ではあるが、河川中のMPは河川中でのプラスチックごみの粉砕などにより発生しているだけではなく、陸域で既にMPの状態となったものが河川に流入しているものと考えられる。

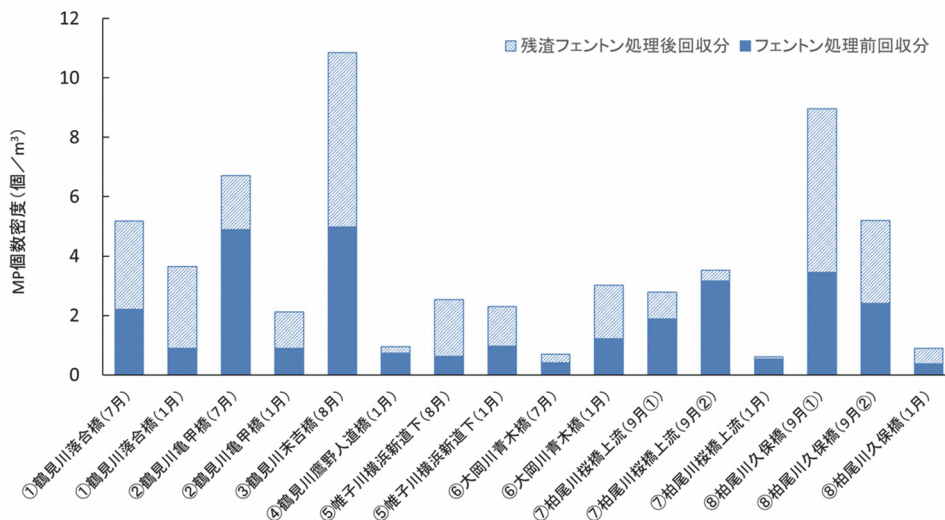


図7 フェントン処理前後のMP 個数密度

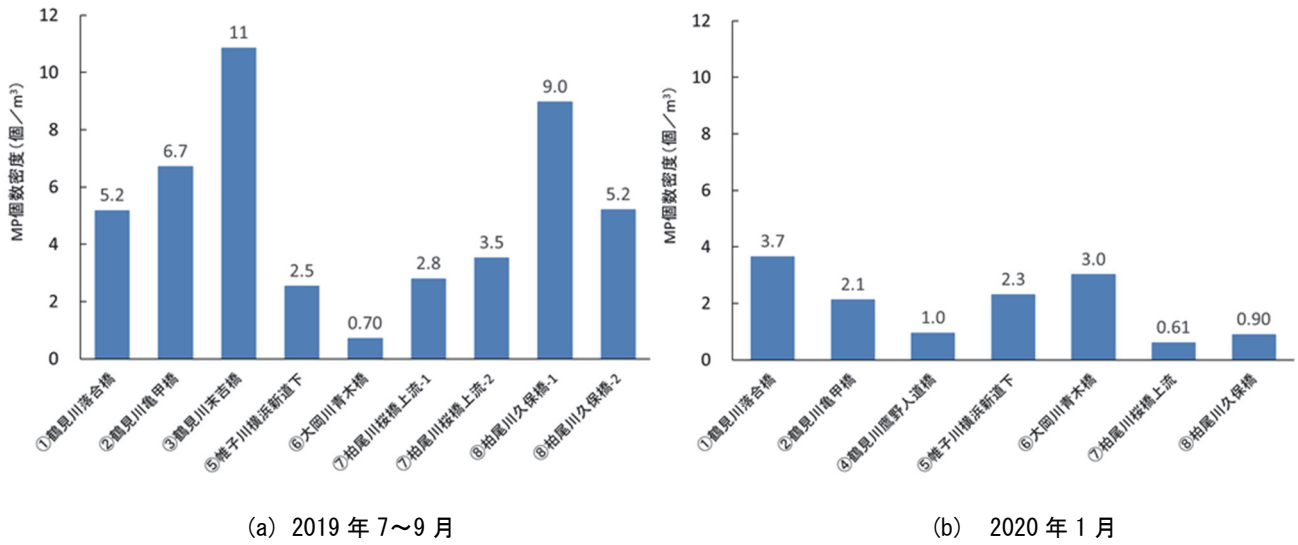


図8 各地点のMP個数密度

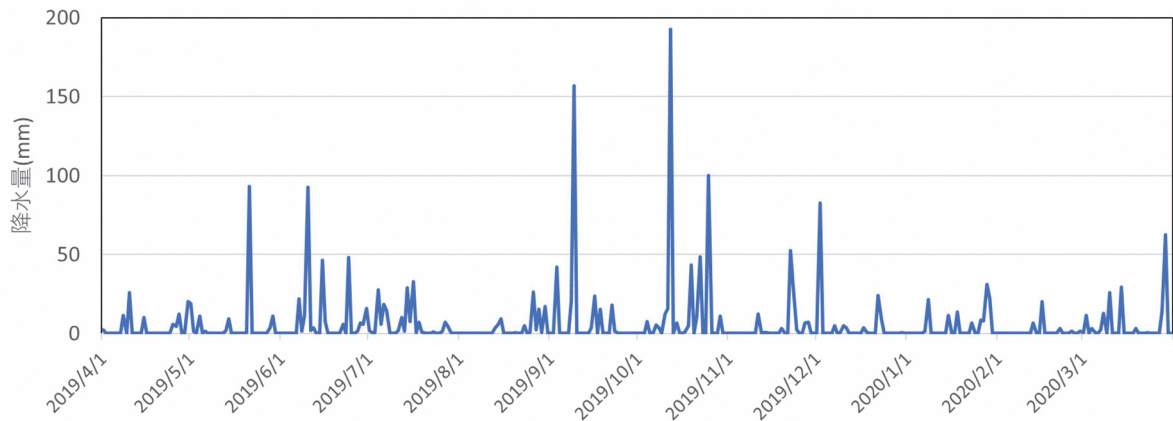


図9 2019年度の降水量(横浜地方気象台)

表2(a) 各地点でのMPの長軸の長さ(2019年7~9月)

地点	①鶴見川 落合橋	②鶴見川 亀甲橋	③鶴見川 末吉橋	⑤帷子川 横浜新道下	⑥大岡川 青木橋	⑦柏尾川 桜橋上流-1	⑦柏尾川 桜橋上流-2	⑧柏尾川 久保橋-1	⑧柏尾川 久保橋-2
平均値 (mm)	1.5	1.6	1.4	1.4	1.8	1.2	1.6	1.6	1.7
最大値 (mm)	3.9	4.5	4.5	3.2	3.0	4.6	5.0	5.0	5.0
最小値 (mm)	0.6	0.5	0.3	0.2	1.0	0.4	0.3	0.1	0.3

表2(b) 各地点でのMPの長軸の長さ(2020年1月)

地点	①鶴見川 落合橋	②鶴見川 亀甲橋	④鶴見川 鷹野人道橋	⑤帷子川 横浜新道下	⑥大岡川 青木橋	⑦柏尾川 桜橋上流	⑧柏尾川 久保橋
平均値 (mm)	2.3	1.5	1.7	1.5	1.5	1.3	1.7
最大値 (mm)	5.0	3.2	4.1	4.1	4.5	4.0	3.0
最小値 (mm)	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5

### 3-4 MPの形状

各地点でのMPの形状を図11に示した。なお、参考として、2017年に横浜市環境科学研究所で行った東京湾沿岸でのMPの形状<sup>3)</sup>も併せて示した。この結果、7~9月及び1月ともにいずれの河川においても破片状のMPが最も多く確認された。鶴見川においては、7~9月には粒子状のMPも確認されたが、1月では粒子状のMPは鶴見川落合橋でわずかに確認されたものの、鶴見川亀甲橋や鷹野人道橋では観察されなかった。同様に、柏尾川久保橋において7~9月に確認された粒子状のMPも1月には観察されなかった。繊維状のMPは7~9月においてはすべての地点で確認されているが、1月には大岡川青木橋、柏尾川桜橋上流、柏尾川久保橋では確認されなかった。

また、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2はほぼ同様の組成を呈していた。また、

柏尾川久保橋-1と2とを比較すると柏尾川久保橋-1に比べて柏尾川久保橋-2の方が繊維が多く、また粒子も確認されているが、おおむね同様の組成となっていた。

これより、10日程度のサンプリング日の違いよりも4か月程度のサンプリング時期の違いの方が、河川を流れるMPの形状組成が異なっている可能性が示唆される。

なお、ペレットについては7~9月及び1月ともにいずれの河川においても確認されなかった。一方、東京湾沿岸の調査においては多地点でペレットが観察されている。ペレットの割合についての沿岸と河川との違いは、神奈川県環境科学センターの相模湾と相模川、引地川、酒匂川及び平作川の調査結果でも同様であった<sup>10)</sup>。以上から、ペレットの沿岸への漂着は河川による流下以外の要因もある可能性が示唆される。

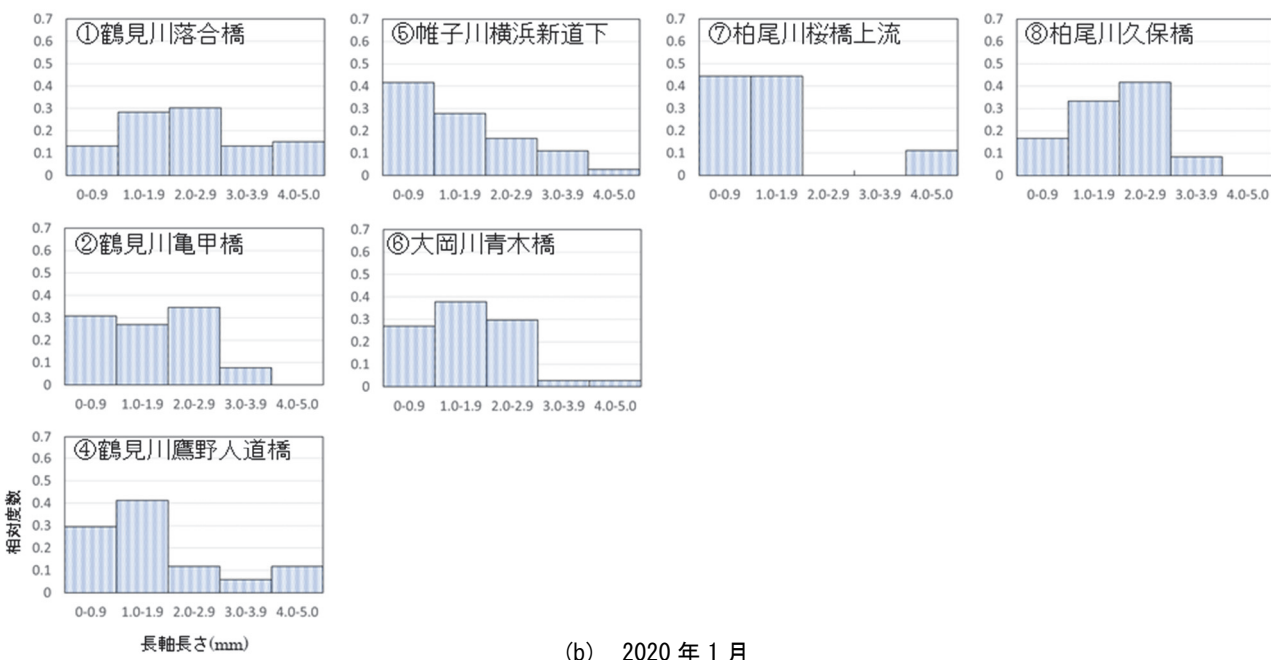
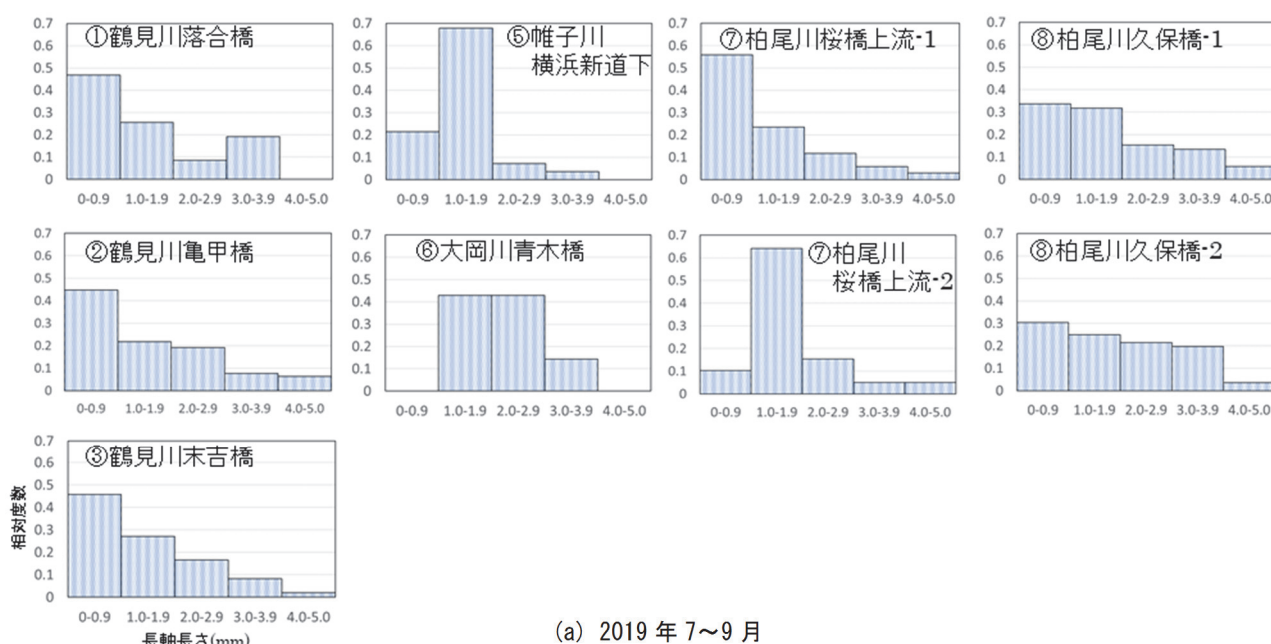


図10 各地点の長軸長さの度数分布

### 3-5 MPの材質

各材質のMP外観を図12に、各地点でのMPの材質別の割合を図13に示した。この結果、いずれの河川においてもポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)が多く確認された。なお、鶴見川では、7~9月にはPE、PPに加えてポリスチレン(PS)が多く確認されたが、1月にはPSはほとんど観察されなかった。また、柏尾川では、7~9月と比較して、1月にはPEとその他の分類が増加し、PPが減少しており、サンプリング時期による違いがみられた。

なお、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2と柏尾川久保橋-1及び2とを比較すると、PS及びその他のMPの割合に一部違いはあるものの、いずれもPE及びPPが大多数を占める傾向は同じであった。

これより、10日程度のサンプリング日の違いよりも4か月程度のサンプリング時期の違いや河川の違いにより河川を流れるMPの材質が異なっていることがわかった。

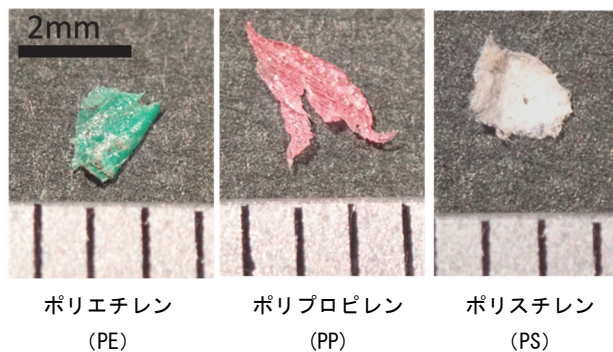
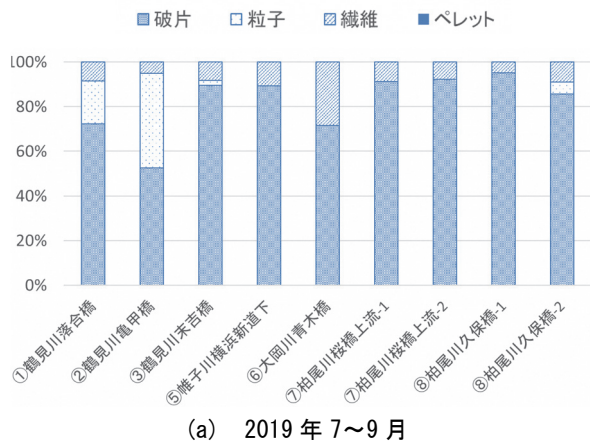


図12 各材質のMP外観

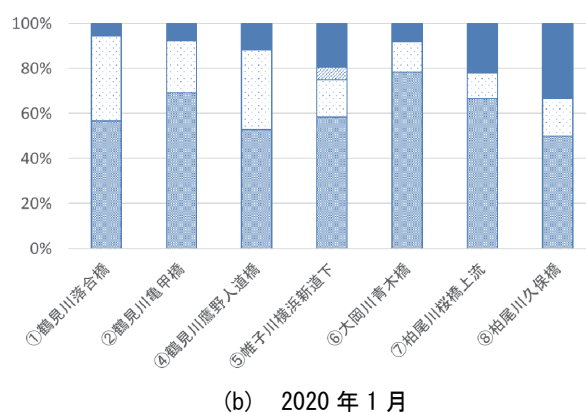
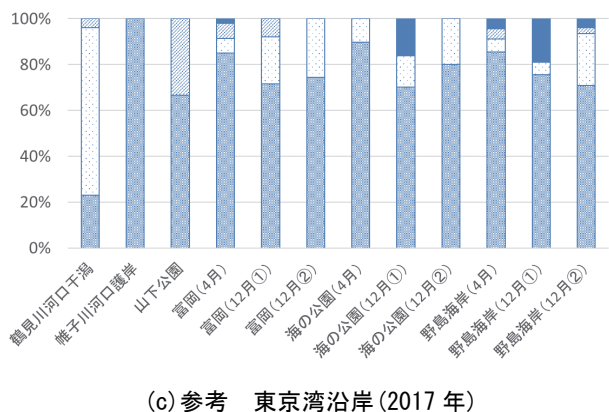
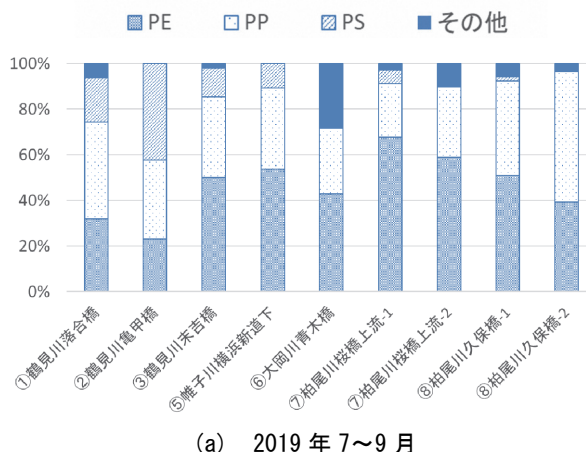
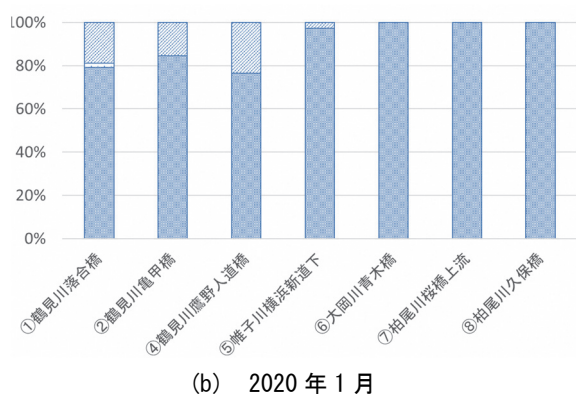


図11 各地点でのMP形状

図13 各地点でのMP材質

#### 4. まとめ

2019年7～9月及び2020年1月に横浜市内4水系8地点の河川中のMP調査を行った。調査方法について検討したところ、市内河川では、プランクトンネット捕集物中に藻や落葉などが多数混在していたことから、これら夾雑物を除去する必要がある。夾雑物の除去にフェントンを処理を試みたところ、大変有効であることが確認された。

また、この調査の結果、調査した全ての地点においてMPが確認され、その個数密度は0.61～11個/㎥であった。なお、MP個数密度は、大岡川青木橋を除いて、全体的に7～9月と比較して1月は少なかった。

MPの大きさはいずれの地点においても2mm未満の比較的小さいサイズのMPが多く観察された。これより、本調査よりも更に上流の調査が必要ではあるが、河川中のMPは河川中でのプラスチックごみの粉碎などにより発生しているだけではなく、陸域で既にMPの状態となったものが河川に流入しているものと考えられた。

形状については、いずれの地点においても破片状のMPが最も多かった。一方、東京湾沿岸で多数観察されたペレットは河川では一つも確認されなかったことから、ペレットの沿岸への漂着は河川による流下以外の要因もある可能性が示唆された。

MPの材質については、PE及びPPが多くみられ、いずれの河川においてもこれらが半数以上を占めていた。

また、サンプリングについては、同じ季節として同地点で9月3日と9月13日にそれぞれサンプリングしたところ、MPの個数や大きさに違いがあったことから、これらが調査方法によるばらつきなのか、河川特有の現象なのか等を検証するため、今後、同地点での複数サンプリング等の調査を行っていききたい。また、同地点でもサンプリング時期による違いが多数みられたことから、定点観測による季節ごとのモニタリング調査も行っていきたい。

#### 文献

- 1) 環境省：環境白書、令和二年版、25-36 (2020)
- 2) 外務省：G20大阪首脳宣言、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/jp/documents/> (2021年2月時点)
- 3) 蝦名紗衣、加藤美一、堀美智子：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第1報)-沿岸のマイクロプラスチックの漂着状況-、横浜市環境科学研究所報、**43**、26-30 (2019)
- 4) 蝦名紗衣、加藤美一、北代哲也、小倉智代：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第4報)-野島海岸のマイクロプラスチック漂着量の季節変動-、横浜市環境科学研究所報、**44**、52-58 (2020)
- 5) T. Kataoka, Y. Nihei, K. Kudou, H. Hinata: Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan, *Environmental Pollution*, **244**, 958-965 (2019)
- 6) Ministry of the Environment Japan: Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods, Ministry of the Environment Japan, 18-22 (2019)
- 7) Rachel R. Hurley, Amy L. Lusher, Marianne Olsen, and Luca Nizzetto: Validation of a Method for Extracting Microplastics from Complex, Organic-Rich, Environmental Matrices, *Environmental Science and Technology*, **52**(13) 7409-7417 (2018)
- 8) 工藤功貴、片岡智哉、二瓶泰雄、北浦郁弥：平常時・出水時河川のマイクロプラスチック濃度の時間変動特性と年間輸送量評価、土木学会論文集B1(水工学)、**74**(4)、1529-1534 (2018)
- 9) 気象庁：過去の気象データ、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2021年2月時点)
- 10) 神奈川県環境科学センター：相模湾漂着マイクロプラスチック(MP)の実態とその由来の推定<中間報告書>、<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/b4f/cyousakenkyu/seika/seika.html> (2021年2月時点)